

إن كنت مكتئباً لعزّ قد مضى هيهات يرجعه إليك تنذّم
أو كنت تشفق من حلول مصيبة هيهات يمنع أن تحلّ تجهم

للشاعر / إيليا أبو ماضي

هل سمعت بشخص ربح سباقاً وهو ينظر خلفه ؟

الباب الثالث

الوحدة العاشرة : أنواع الصخور ودورة الصخور

الوحدة الحادية عشر : الصخور النارية

الوحدة الثانية عشر : تابع الصخور النارية

الوحدة الثالثة عشر : الصخور الرسوبية والصخور المتحولة

كما تعلمنا من الباب السابق أن المعدن هو الوحدة الأساسية البنائية للصخر.

الصخر : هو جسم طبيعي صلب يتكون غالباً من عدة معادن مجتمعة معاً بنسب مختلفة وأحياناً يتكون من معدن واحد فقط.

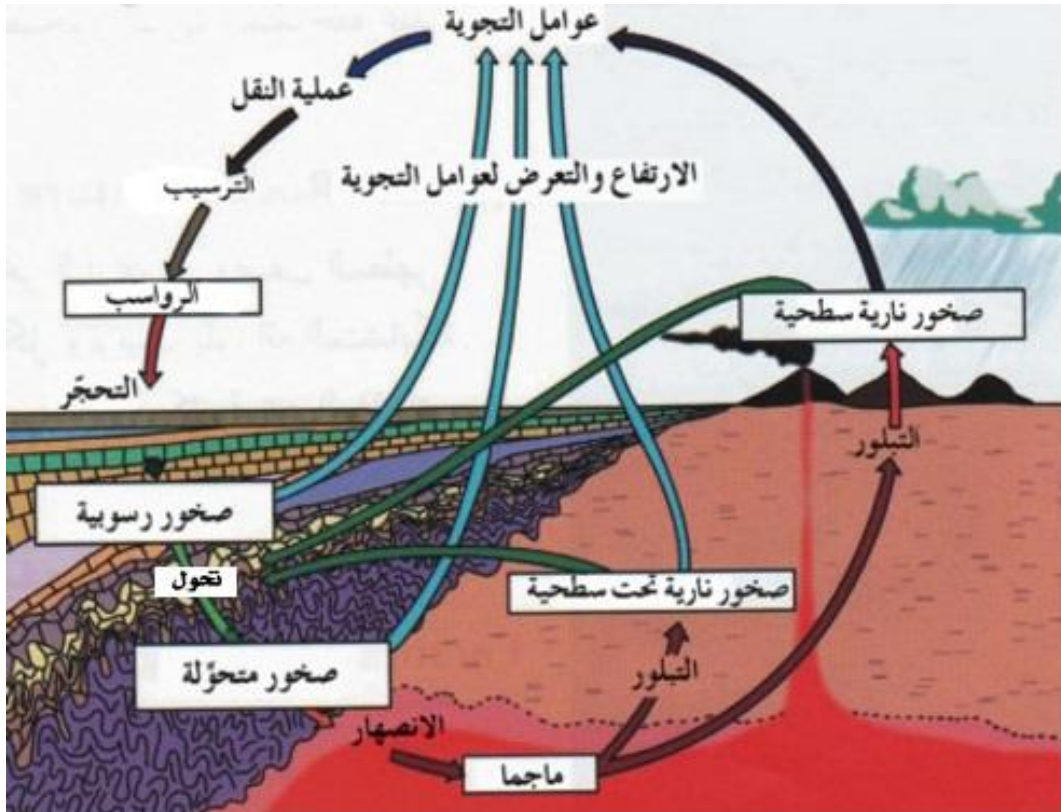
وكل صخر يتميز بتركيب كيميائي محدد وبالتالي له خصائص فيزيائية مميزة.

ويمكن تقسيم الصخور حسب نشأتها إلى :

نوع الصخر	الصخور النارية	الصخور الرسوبية	الصخور المتحولة
التكوين	هي أم الصخور أو الصخور الأولية لأنها أول صخور تكونت في القشرة الأرضية وجميع الصخور الأخرى ناتجة عنها بفعل العمليات الجيولوجية المختلفة. - تتكون نتيجة تبريد وتبلور المادة المنصهرة (الماجما) عندما تنخفض درجة حرارتها سواء داخل الأرض أو على سطحها.	تتكون نتيجة -تفتت أنواع الصخور المختلفة بعوامل التجوية. - ثم نقل الفتات بعوامل نقل طبيعية. - ترسيبها وتماسكها.	هي صخور نارية أو رسوبية - تأثرت بحرارة شديدة أو ضغط كبير أو ضغط وحرارة معاً فتحوّلت إلى صخور ذات صفات جديدة لا تنتمي لأي من النوعين.
الخصائص	كتلية الشكل - متبلرة - غير مسامية - لا تحتوي على أحافير	طباقية الشكل - نادرة التبلر - غالباً مسامية - تحتوي على أحافير.	ورقية (صفائحية) أو كتلية - متبلرة - غير مسامية - قد تحتوي على أحافير مشوهة.
الأمثلة	الجرانيت - الأنديزيت - البازلت	الحجر الرملي - الحجر الطيني - الحر الجيري	الرخام - الشيست الميكائي - الإردواز

دورة الصخور: هي دورة توضح العلاقة بين أنواع الصخور الثلاثة وتأثير الغلافين الجوي والمائي وما يحدث بينها من عمليات جيولوجية تؤدي إلى تغير الصخور من نوع لآخر.

العالم الإسكتلندي **جيمس هاتون** ربط بين أنواع الصخور الثلاثة في "دورة الصخور" عام ١٧٨٥ م.



وهي تتضمن ٧ عمليات مختلفة :

- ١ - عملية التجوية
- ٢ - عملية النقل
- ٣ - عملية الترسيب
- ٤ - عملية التحجر أو التصلب
- ٥ - عملية التحول
- ٦ - عملية الإنصهار
- ٧ - عملية التبريد والتبلور

١	<p>• هي أثر عوامل الجو من أمطار ورياح حيث يتم تفتيت وتحلل الصخور النارية وغيرها من الصخور إلى قطع صغيرة من فتات صخري وتتم بفعل عوامل الجو لذلك تسمى بهذا الاسم وهي نوعان ميكانيكية وكيميائية.</p>
٢	<p>• يُنقل الفتات إلى أحواض الترسيب في المناطق المنخفضة بواسطة عوامل نقل طبيعية من أنهار أو ثلاجات تنحدر على سطوح الجبال بمساعدة الجاذبية الأرضية أو تيارات الهواء في الصحاري أو تيارات الماء في البحار فيتعرض سطح جديد لتنشط عملية التجوية.</p>
٣	<p>• عندما تضعف قدرة عامل النقل بقلّة الانحدار أو ضعف سرعته يُرسب الفتات المنقول فيتراكم في المناطق المنخفضة من السطح (قاع البحر أو المحيط) في صورة طبقات أفقية تزداد مع تتابع الترسيب.</p>
٤	<p>• تتأثر الطبقات السفلى بثقل ما يعلوها فتتضاغط حبيباتها وتتلاصق كما ترسب بين حبيباته مادة لاحمة فتتجر الصخور وتتغير من رواسب مفككة غير متماسكة إلى صخور رسوبية صلبة أو متحجرة.</p>
٥	<p>• في مناطق يكون فيها عدم استقرار الطبقة السطحية من الأرض محسوس تهبط الصخور الرسوبية أو غيرها من الصخور إلى أعماق كبيرة في باطن الأرض .</p> <p>• فتتعرض لدرجات حرارة مرتفعة وضغط متزايد فتتحول تلك الصخور إلى صخور جديدة تسمى صخور متحولة</p> <p>• عادة يشمل التغير نوع المعادن ونسيج الصخر بحيث يحدّث توازن وملائمة للصخر المتحول مع الظروف الجديدة من حرارة وضغط.</p>

<p>• عندما تتعرض الصخور المتحولة أو أيه صخور أخرى إلى زيادة أكبر في درجات الحرارة والضغط مع العمق وتصل مكوناتها المعدنية إلى درجة الإنصهار تنصهر الصخور مكونة الصهير (الماجما).</p>	<p>٦ عملية الإنصهار</p>
<p>• عندما يخرج الصهير من غرفة الماجما ويتعرض لإنخفاض نسبي في درجة الحرارة فإنه يبرد ويتبلور ويتصلب مكوناً : - صخور نارية جوفية (جرانيت) عندما يبرد الصهير في باطن الأرض. - صخور نارية بركانية (البازلت والأنديزيت) عندما يندفع الصهير على شكل حمم (لافا) إلى سطح الأرض في مناطق الثوران البركاني ثم يبرد.</p>	<p>٧ عملية التبريد والتبلور</p>

الصخور النارية

تتكون من تبلور الصهير الذي يطلق عليه الماجما أو اللافا،

الصهير: هو سائل لزج يتكون من العناصر الثمانية الموجودة في معادن السيليكات على صورة أيونات بالإضافة إلى بعض الغازات أهمها : بخار الماء.

وتبقى هذه العناصر في هذه الحالة السائلة اللزجة تحت الضغط الواقع على الصهير في الجزء العلوي من الوشاح والذي يتميز بأن صخوره لدنة مائعة.

متسلسلة تفاعل بوين

أوضحت تجارب العالم بوين على تفاعل الماجما أنه عندما تنخفض درجة حرارتها وتبدأ عملية التبلور فإن المعادن الغنية بالعناصر الثقيلة مثل **الحديد** و**الماغنيسيوم** بالإضافة إلى **الكالسيوم** هي أول المعادن تبلورًا.

درجات الحرارة	سلسلة تفاعل "باون" غنية بعنصري الحديد و المغنيسيوم	التركيب (أنواع الصخور)
درجة الحرارة المرتفعة (~1200°C)	أوليفين بيروكسين غني بالكالسيوم فلسبار بلاجيو كلبيزي سلسلة متواصلة من التبلور	فوق قاعدية (بريدوتيت / كوماتيت)
تبريد الصهارة	أمفيبول ميكا بيوتيت سلسلة غير متواصلة من التبلور	قاعدية (جابر / بازلت)
	غني بالصوديوم	متوسطة (ديوريت / أنديزيت)
	درجة الحرارة المنخفضة (~750°C)	فلسبار بوتاسي ميكا مسكوفيت كوارتز

لذلك بعد تبلور ٥٠% من الصهير يفقد هذه العناصر الثلاثة ويصبح غني بالعناصر الخفيفة :

الصوديوم والبوتاسيوم وتزداد نسبة **السيليكون** ويتبلور هذا الجزء في المراحل الأخيرة.

ويتضح في هذ المخطط أن تفاعل الماجما ينقسم إلي فرعين :

الفرع اليميني (التفاعل المتصل) : حيث

- يتكون فلسبار غني بالكالسيوم
- ثم يحل الصوديوم محل الكالسيوم تدريجياً
- حتى يتكون فلسبار غني بالكالسيوم والصوديوم
- وأخيراً يتكون فلسبار غني بالصوديوم.

الفرع اليسار (التفاعل غير المتصل) :

- يبدأ بالأوليفين ثم البيروكسين ثم الأمفيبول وأخيراً الميكا السوداء (البيوتيت)
- وخلال المرحلة الأخيرة للتبلور بعد أن يكون معظم الصهير قد تصلب
- يحدث تبلور للصهير على هيئة معادن فلسبار البوتاسيوم (أورثوكليز) ثم الميكا البيضاء (المسكوفيت) وأخيراً معدن الكوارتز.

ونلاحظ من ذلك أن الصهير عند تبلوره يتكون من **ست مجموعات أو فصائل معدنية** :

١ - الأوليفين (أول المجموعات المعدنية تبلوراً) ٢ - البيروكسين ٣ - الأمفيبول
 ٤ - الفلسبارات (البلاجيوكليزي و الأورثوكليز) ٥ - الميكا (البيوتيت والمسكوفيت)
 ٦ - الكوارتز (آخر المعادن تبلوراً)

أسس تقسيم الصخور النارية

١ - التقسيم حسب مكان التبلور وشكل النسيج

أ- الصخور النارية الجوفية (الباطنية)

عندما تبرد الماجما في باطن الأرض بعيداً عن السطح فإنها تبرد ببطء مما يعطي الفرصة لكمية كبيرة من الأيونات لكي تتجمع على مركز التبلور الواحد فيتكون نسيج خشن بلوراته كبيرة الحجم قليلة العدد ترى بالعين المجردة.
 ومنها : الجرانيت والدايورائيت والجابرو والبريدوتيت

ب- الصخور النارية المتداخلة

عندما يندفع الصهير في اتجاه سطح الأرض لكن الظروف المحيطة لم تسمح له بمواصلة السير حتى السطح فيتداخل في الصخور المحيطة به ثم يبرد ويتخذ أشكالاً متعددة ويتكون صخور نسيجها من بلورات كبيرة (تكونت عندما كان الصهير في باطن الأرض يبرد ببطء) وبلورات أصغر حجماً (تبلورت في الموقع الجديد الأقرب إلى السطح حيث سرعة التبريد أكبر) فيتكون **النسيج البورفيرى** حيث توجد بلورات كبيرة الحجم وسط أرضية من بلورات أصغر حجماً لكنها غالباً من نفس التركيب المعدنى
 ومنها : دوليرايت وميكروديورايت وميكروجرانيت.

ج- الصخور النارية البركانية (السطحية)

عندما تخرج الحمم البركانية (اللافا) أثناء الثورات البركانية فوق السطح أو بالقرب من سطح الأرض فإن الصهير يبرد بسرعة كبيرة حيث لم تأخذ فرصة كافية للتبلور فيكون النسيج (زجاجياً أى عديم التبلور) مثل الأوبسيديان أو دقيق التبلر بلورات مجهرية كثيرة العدد لا ترى بالعين المجردة مثل الرايوليت أو نسيج فقاعى بسبب وجود فقاعات غازية أثناء التبلر مثل البيومس أما صخور البازلت والأنديزيت والكوماتيت فيكون النسيج زجاجياً أو دقيق التبلور.

مميزات وإستخدامات الصخور :

الجرانيت : شائع الاستعمال فى عمليات البناء لجماله الطبيعى خاصة بعد تلميعه.

البيومس : خفيف الوزن

الأنديزيت : أشهر الصخور النارية المتوسطة ويسمى بذلك نسبة إلى جبال الأنديز

البازلت : أشهر الصخور البركانية إنتشاراً على سطح الأرض ويستخدم في أعمال الرصف

التقسيم حسب مكان التبلور وشكل النسيج

وجه المقارنة	الصخور النارية الجوفية	الصخور النارية المتداخلة	الصخور النارية البركانية
مكان التبلر	باطن (جوف) الأرض	باطن الأرض وبالقرب من سطح الأرض	بالقرب من أو فوق سطح الأرض
سرعة تبريد الصهير	تبريد بطيء	تبريد بطيء في باطن الأرض ثم تبريد سريع بالقرب من سطح الأرض	تبريد سريع
النسيج الصخري	خشن	بورفيرى	زجاجي أو دقيق التبلر أو فقاعي
البلورات	كبيرة ترى بالعين المجردة قليلة العدد	كبيرة وسط أرضية من بلورات أصغر حجما	صغيرة لا ترى بالعين المجردة كثيرة العدد
أمثلة	بيريدوتيت - جابرو - دايورايت - جرانيت	دوليرايت / ميكرودايورايت / ميكروجرانيت	كوماتيت / بازلت / أنديزيت / أوبسيديان / رايوليت / بيوميس

الصخور النارية المكافئة :

هي صخور لها نفس التركيب الكيميائي والمعدني وتختلف في مكان النشأة والنسيج وحجم الحبيبات.

٢- التقسيم حسب التركيب المعدني للصخور :

أ- الصخور النارية فوق القاعدية :

صخور فقيرة في السيليكا حيث تقل فيها نسبة السيليكا عن ٤٥ ٪ ، أول الصخور تكونا عند تبلور الصهير، لونها أسود غامق، غنية بمعدني الأوليفين والبيروكسين. ومن أمثلتها : البيريدوتيت والكوماتيت.

ب- الصخور النارية القاعدية :

صخور فقيرة في السيليكا تتراوح نسبة السيليكا من ٥٥ ٪ إلى ٤٥ ٪ ، تتبلور في درجات حرارة مرتفعة أكثر من ١١٠٠ ° درجة مئوية، لذلك تكون غنية بالمعادن التي تحتوي على عناصر الحديد والماغنسيوم والكالسيوم (مما يوضح سبب لونها الأسود الغامق) وهي الأوليفين والبيروكسين وفلسبار البلاجيوكليز الكلسي وبعض الأمفيبول، ومن أمثلتها : الجابرو والدوليرايت والبازلت.

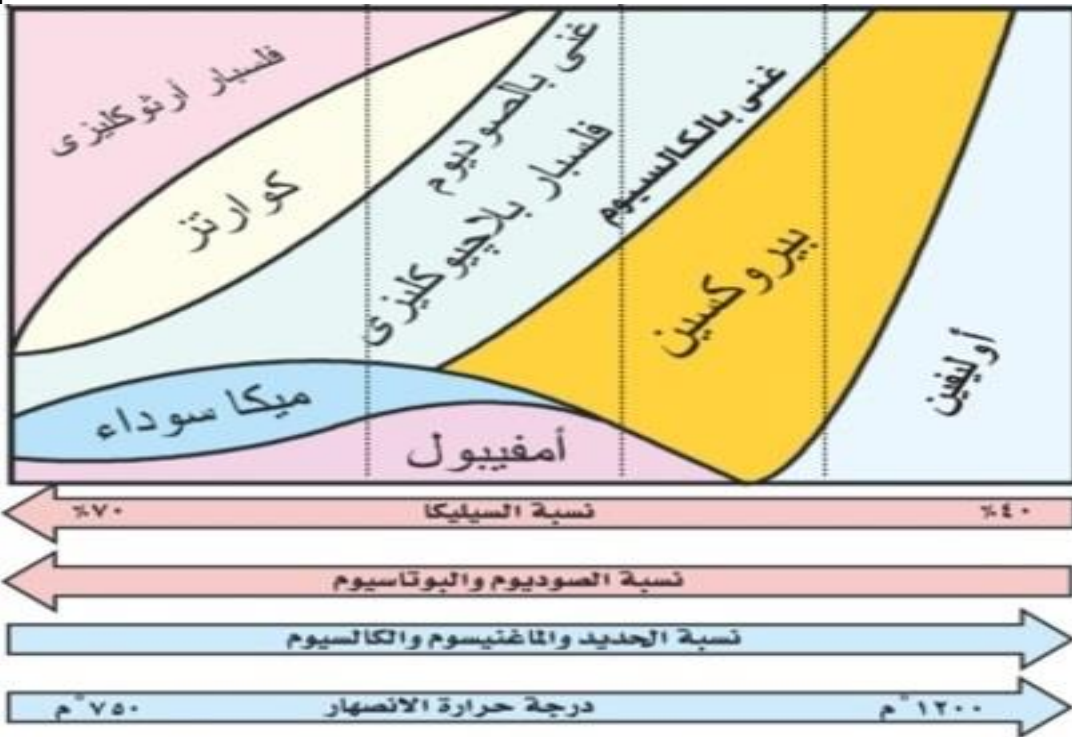
ج- الصخور النارية المتوسطة :

هي صخور متوسطة التركيب الكيميائي والمعدني حيث تحتوي على السيليكات بنسبة تتراوح من ٦٦ ٪ إلى ٥٥ ٪ وفلسبار البلاجيوكليزي والبيروكسين والأمفيبول والميكا والكوارتز ونسبة من الفلسبار البوتاسي، تتبلور في درجة حرارة متوسطة ولونها متوسط بين الفاتح والغامق، ومن أمثلتها : الدايوريت والميكرودايوريت والأنديزيت.

د- الصخور النارية الحمضية :

هي صخور تحوي نسبة من السيليكا أكثر من ٦٦ ٪ ، وفلسبار البوتاسي والصودي، والميكا ، والكوارتز بنسبة ٢٥ ٪ ، والأمفيبول لونها وردي فاتح، تتبلور في درجة حرارة منخفضة أقل من ٨٠٠ ° درجة مئوية ، ومن أمثلتها وأشهرها الجرانيت والرايوليت والأوبيسيديان والبيومس.

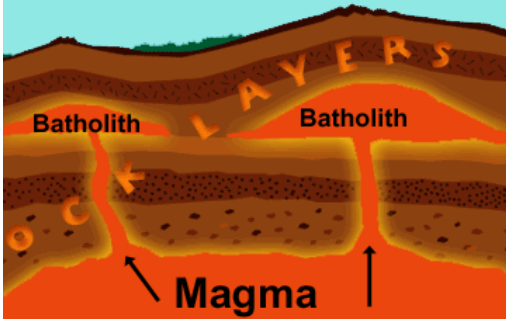
حمضية	متوسطة	قاعدية	فوق قاعدية	
رايوليت / أوبسيديان / بيومس	أنديزيت	بازلت	كوماتيت	بركانية
ميكرواجرانيت	ميكرودايورائيت	دوليرايت		متداخلة (بورفير)
جرانيت	دايورائيت	جابرو	بيريدوتيت	جوفية (خشن)



نسبة السيليكا	أقل من ٤٥ %	٤٥ - ٥٥ %	٥٥ - ٦٦ %	أكثر من ٦٦ %
أوليفين	أوليفين			
بيروكسين	بيروكسين	بيروكسين		
	أمفيبول	أمفيبول	أمفيبول	
	بلاجيوكليز كلسي	بلاجيوكليز كلسي	بلاجيوكليز صودي	
		أرثوكليز	أرثوكليز	
		ميكا بيوتيت	ميكا مسكوفيت	
		كوارتز	كوارتز ٢٥ %	
اللون	أسود غامق	أسود غامق	متوسط بين الفاتح والغامق	وردي فاتح
ظروف التبلور	أول الصخور تبلوراً	أكثر من ١١٠٠ م°	درجات حرارة متوسطة	أقل من ٨٠٠ م°

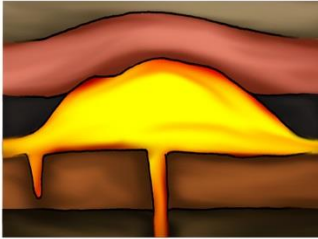
أشكال الصخور النارية تحت السطحية والسطحية (البركانية) :

أولاً : أشكال الصخور تحت السطحية :-



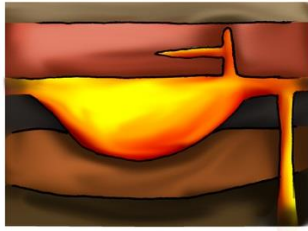
١- **الباثوليث** : أكبر الكتل النارية المعروفة وتمتد مئات الكيلومترات وسمكها عدة كيلومترات.

٢- **القباب** : تنتج من صعود الماجما خلال فتحة ضيقة ثم تتجمع بدلاً من انتشارها أفقياً.



- **اللاكوليث (قبة عادية)** : تتكون في حالة الماجما عالية اللزوجة حيث

تضغط على طبقات الصخور أعلاها مكونة ثنية أو طية محدبة.

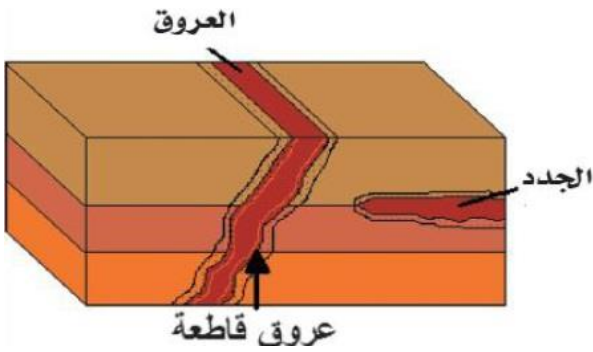


- **اللوبيوليث (قبة مقلوبة - طبق)** : تتكون في حالة الماجما قليلة

اللزوجة فتضغط على الصخور أسفلها مكون طية مقعرة.

٣- **العروق** : تنتج من تداخل الماجما في الصخور

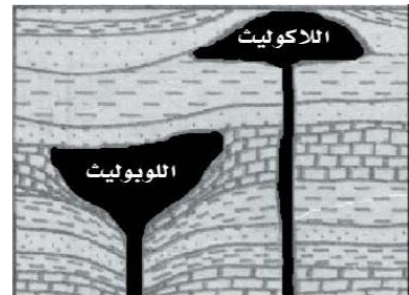
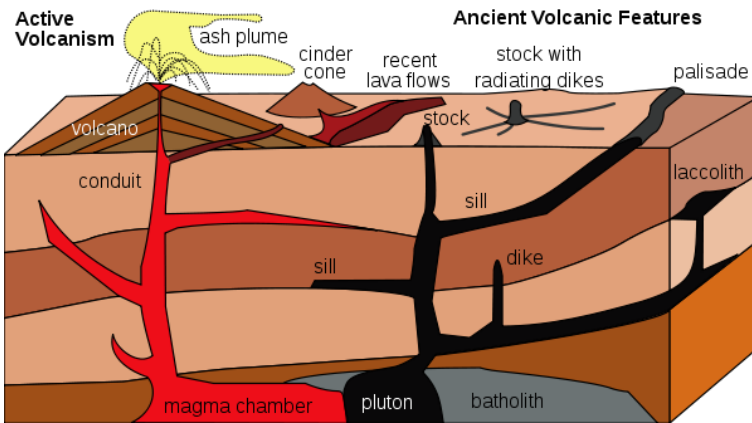
المحيطة بها بحيث تكون قاطعة لها.



٤- **الجدد** : تنتج من تداخل الماجما في الصخور

المحيطة بها بحيث تكون موازية لأسطح الطبقات

وغير قاطعة لها.



ثانيًا : أشكال الصخور السطحية (البركانية) :

لندرس أشكال الصخور البركانية يجب أن نعرف ما هي البراكين ؟

البراكين : هي فتحة أو شق في القشرة الأرضية تسمح للصخور المنصهرة والغازات المحبوسة معها بالخروج إلي سطح الأرض.

كيف يتكون البركان ؟

- تعد طاقة الغازات المحبوسة هي القوة الرئيسية لتفجير البراكين.
- يتضح ذلك في مناطق إندساس (تداخل) الألواح التكتونية حيث تؤدي إلى حدوث تشققات (مناطق ضعف).
- تخرج من خلالها الماجما الآتية من خزان الماجما الموجود على أعماق تحت سطح الأرض.
- تندفع الماجما خلال الشقوق وتصهر ما يقابلها من صخور حتى تصل إلي سطح الكرة الأرضية وتسمى عندئذ الالاف أو الطفوح البركانية.
- عندما تتعرض للهواء تبرد وتتصلب لتكون الصخور البركانية التي تشكل جسم البركان (على شكل مخروط غالبًا).

أجزاء البركان :-



- ١ - فوهة البركان : تندفع منها المواد البركانية.
- ٢ - القنطرة : تندفع من خلالها المواد البركانية إلي الفوهة.
- ٣ - المخروط : يمثل شكل البركان وتوجد به فوهة البركان.

أنواع البراكين :

- ١ - **براكين مستديمة الثورات** : تثور بصفة مستديمة مثل : بركان سترومبولي في إيطاليا.
- ٢ - **براكين متقطعة الثورات** : تثور على فترات متقطعة مثل : بركان فيزوف في إيطاليا.
بركان آتنا في جزيرة صقلية.
- ٣ - **براكين خامدة** : تصبح خامدة نهائياً بعد ثوراتها لخلو غرف الماجما من الصهير تماماً، وتمثل معظم البراكين.

تأثيرات وفوائد البراكين :

تعتبر البراكين من عوامل البناء لصخور القشرة الأرضية. **علل ؟**

- ١ - **تضيف إلى القشرة الأرضية ملايين الأطنان سنوياً من الصخور البركانية التي تكون غطاءات كبيرة الامتداد فتظهر هضاب أو جبال بركانية.**
- ٢ - **ظهور جزر بركانية جديدة إذا حدثت ثورات بركانية تحت سطح الماء في البحار والمحيطات.**
- ٣ - **تؤدي البراكين إلى تكوين تربة خصبة جداً نتيجة إضافة الرماد البركاني إليها.**
- ٤ - **تكوين بحيرات مستديرة من تجمع مياه الأمطار في فوهات البراكين الخامدة.**
- ٥ - **تكوين صخور متحولة نتيجة ملاسة الصهير للصخور المحيطة به.**

نواتج البراكين :-

- ١ - **اللافا** : مواد معدنية منصهرة درجة حرارتها حوالي ١٢٠٠ °م.
- ٢ - **الغازات والأبخرة** : منها الأمونيا وكبريتيد الهيدروجين وثنائي أكسيد الكربون وبخار الماء.
- ٣ - **الرماد البركاني** : مادة معدنية دقيقة تنتشر في الجو.
- ٤ - **المقذوفات أو القنابل البركانية** . - **البريشيا البركانية**.

أشكال الصخور النارية البركانية (السطحية) :

- ١ - **الطفوح البركانية** : اللافا المتصلدة على سطح الأرض وتأخذ أشكال الحبال أو الوسائد.
- ٢ - **المواد النارية الفتاتية** : تنتج من تكسير أعناق البراكين ومنها :

البريشيا البركانية : قطع ذات زوايا حادة تتراكم حول البركان.

الرماد البركاني : حبيبات دقيقة الحجم تحملها الرياح لمسافات كبيرة تعبر بها البحار لتسقط في قارة أخرى مكونة تربة خصبة جدًا.

٣- المقذوفات (القنابل) البركانية : كتل صخرية بيضاوية الشكل تتألف من مواد اللافا عند تجمدها بالقرب من سطح الأرض.

الصخور الرسوبية

تكوينها :

تتكون الصخور الرسوبية من ترسيب نواتج عمليات التجوية صلبة كانت أو ذائبة والتي تنقلها عوامل النقل الطبيعية وتصل بها إلى أحواض الترسيب فترسبها في طبقات متوازية الواحدة فوق الأخرى.

مميزاتها :

- ١- تغطي حوالى ثلاثة أرباع سطح الأرض لكن في طبقات رقيقة نسبياً حيث أنها لا تمثل أكثر من ٥ ٪ بالحجم من صخور القشرة الأرضية.
- ٢- مهمة اقتصادياً مثل رواسب الحجر الجيري والفوسفات والفحم والحديد و الحجر الرملي.
- ٣- تضم صخوراً طينية يتكون فيها البترول والغاز الطبيعي والكبريت
- وصخورا مسامية يخزن فيها النفط والغاز والمياه الجوفية : مثل الحجر الرملي والجيري والرمال
- ٤- أنواع الصخور الرسوبية قليلة بالنسبة للنارية والمتحولة بل ويمكن تقسيمها إلى عدد محدود جداً تسود ثلاثة منها هى **الصخور الطينية والصخور الرملية والصخور الجيرية** التى تكون حوالى ٩٠ ٪ من الصخور الرسوبية.

تصنيف وتقسيم الصخور الرسوبية

أولاً : الصخور الرسوبية الفتاتية :

تقسم الصخور الرسوبية الفتاتية حسب الحجم السائد لمكوناتها الصلبة إلى

وجه المقارنة	رواسب الزلط	رواسب الرمل	الرواسب الطينية
الحجم (القطر)	أكبر من ٢ مم في حجم الحصى والجلاميد	يتراوح بين ٢ مم - ٦٢ ميكرون الميكرون (١ / ١٠٠٠ من المليمتر) أغلبها من حبيبات الكوارتز مثل : الكثبان الرملية في الصحاري	حجم الغرين ٦٢ - ٤ ميكرون حجم الصلصال أقل من ٤ ميكرون عادة ما يكونا مختلطين ليكونا رواسب الطين مثل أغلب مكونات تربة مصر الزراعية
الصخر المتكون	١ - الكونجلوميرات : في حالة تماسك الحبيبات المستديرة بمادة لاحمة وتحجرها. ٢ - البريشيا : إذا كانت الحبيبات ذات حواف حادة وهو شائع الاستعمال في أعمال زينة الجدران	الحجر الرملي	١ - الصخور الطينية : عند تحجر الرواسب الطينية. ٢ - الطفل أو الطين الصفحي : عند تضاعف مكونات الصخور الطينية وتماسكها فتظهر فيها خاصية التورق أو التصفح

٢ - الصخور الرسوبية كيميائية النشأة :

تتكون نتيجة ترسب الأملاح الذائبة في الماء عند تبخر الماء وزيادة تركيز الأملاح أو نتيجة التفاعلات الكيميائية.

وتقسم الصخور الرسوبية الكيميائية إلى :

١ - **صخور الكربونات** : الحجر الجيري (الصواعد و الهوابط) والدولوميت.

٢ - **صخور سيليكاتية** : صخر الصوان الفاتح والغامق.

٣- صخور متبخرات : التي تترسب نتيجة تبخر المياه من بحيرات مقفولة أو شبه مقفولة أو فى السبخات الساحلية

مثل : **ملح الطعام** الصخري الذي إستغل الانسان هذه الظاهرة في استخراجها صناعياً بتبخير مياه البحر في الملاحات

و**الجبس** (كبريتات الكالسيوم المائية) و**الأنهيدريت** (كبريتات الكالسيوم اللامائية).

٤- بعض خامات الحديد الرسوبي مثل : حديد أسوان البطروخي في مصر
(أكسيد الحديد الأحمر)

٣- الصخور الرسوبية العضوية والبيوكيميائية :

١- صخور الحجر الجيري:

الأحياء البحرية تبنى الأجزاء الصلبة من هيكلها الداخلى أو الخارجى من كربونات الكالسيوم التى تستخلصها من ماء البحر

بعد موتها تتراكم هذه الهياكل مكونة صخور عضوية مثل صخور الحجر الجيري الغنية بالحفريات (الحجر الجيري الأحفوري) مثل :

- **حفريات الفقاريات (الأسماك وغيرها).**
- **حفريات اللافقاريات (المحاريات والشعاب المرجانية).**
- **حفريات الأحياء دقيقة الحجم (الفورامينيفرا).**
- **حفريات النباتات (الطحالب ذات الأصل العضوي).**

٢- صخور الفوسفات:

تحتوى على بقايا حفرية لحيوانات بحرية فقارية تحتوى الفوسفات بالإضافة إلى مكونات معدنية فوسفاتية تزيد من تركيز نسبة الفوسفات فى الصخور البيوكيميائية

مصادر الطاقة في الصخور الرسوبية العضوية والبيوكيميائية

١- الفحم :

- من الرواسب العضوية ذو القيمة الاقتصادية
- **التكوين :** يتكون نتيجة دفن مواد نباتية في باطن الأرض بعيداً عن الأكسجين لمدة طويلة حتى تفقد الأنسجة النباتية المواد الطيارة ويتركز الكربون مكوناً الفحم
- **مكان التكوين :** يتم ذلك عادة في مناطق المستنقعات خلف دلتات الأنهار **(علل)**
- ج : حيث الظروف ملائمة للطمر (الدفن) السريع للبقايا النباتية بمعزل عن الهواء.

٢- النفط والغاز :

- لا يعتبران رواسب لكنهما يتكونان ويخترنان في الصخور الرسوبية.
- التكوين :**
- ١- تتكون هذه المواد الهيدروكربونية من تحلل البقايا الحيوانية والنباتية البحرية الدقيقة بمعزل عن الهواء
- ٢- بعد ترسيبها مع الصخور الطينية التي تعرف بـ **صخور المصدر** حيث تنضج عند عمق ٢-٤ كم في باطن الأرض ٧٠-١٠٠ ° درجة مئوية
- ٣- تتحول إلى الحالة السائلة والغازية، ثم تهاجر إلى **صخور الخزان المسامية** المكونة من الرمال والحجر الرملي والحجر الجيري أحياناً.

٣- الطفل النفطي :

- هو صخر طيني غني بالمواد الهيدروكربونية والتي أغلبها من أصل نباتي توجد في حاله شمعية صلبة تعرف باسم **الكيروجين** تتحول إلى مواد نفطية عند تسخين الصخر إلى درجة ٤٨٠ ° درجة مئوية تقريباً وهو مصدر مهم من مصادر الطاقة لكن لا يستغل حالياً **(علل)**
- ج : حيث يبقى كاحتياطي لحين نفاذ كميات البترول من الأرض ، ولن يبدأ استغلاله كوقود قبل أن يصبح سعر إنتاجه منافسا لسعر النفط.

الصخور المتحولة

تكوينها : يتحول الصخر سواء كان نارياً أو رسوبياً أو حتى متحولاً إذا تعرض لظروف ارتفاع في الحرارة والضغط في باطن الأرض فيتغير إلى هيئة أخرى (**علل**)
ج : لأنه يصبح في حاجة إلى إعادة توازنه وتبلوره ليتلاءم مع هذه الظروف.

مظاهر التحول :

- ١ - تغيير معادنه إلى معادن جديدة أحياناً .
- ٢ - نسيجه الصخري بحيث يصبح أكثر تبلوراً
- ٣ - تترتب معادنه في اتجاهات عمودية على اتجاه تأثير الضغط الواقع عليها أثناء نموها.

أسباب وأماكن التحول :

- ١ - أثناء الحركات البانية للجبال
- ٢ - عندما تكون الصخور ملامسة أو ملاصقة لكتلة من الصهير في درجة حرارة عالية
- ٣ - بدرجة أقل على مستويات الصدوع حيث تتحرك كتلتان من الصخور فيحدث الاحتكاك بينهما ارتفاعاً في درجة الحرارة .

أنواع الصخور المتحولة

١ - صخور متحولة كتلية:

نشأت من تحول الصخور تحت تأثير الحرارة عند ملامسة أو ملاصقة الصخر لكتلة من الصهير ويقل تأثير التحول تدريجياً كلما ابتعدنا عن منطقة التلامس حيث يحدث زيادة في حجم البلورات مكونة نسيج حبيبي.

٢ - صخور متحولة متورقة :

نشأت من تحول الصخور تحت تأثير الحرارة والضغط حيث تترتب البلورات التي نمت تحت تأثير الحرارة في اتجاهات عمودية على اتجاه الضغط وتكون على هيئة رقائق أو صفائح مكونة نسيج متورق.

نوع الصخر	الصخر الأصلي	سبب التحول	الصخر المتحول	النسيج
صخور متحولة كتلية	الحجر الجيري (رسوبي)	حرارة شديدة	الرخام	حبيبي كتلي
	الصخر الرملي (رسوبي)		الكوارتزيت	
صخور متحولة متورقة	الصخر الطيني (رسوبي)	ضغط مع حرارة	الشيست الميكائي	تترتب بلورات الميكال بعد نموها بتأثير إرتفاع الحرارة في إتجاه عمودي على إتجاه الضغط لتقليل تأثيره ويكون نسيجه (متورق صفائحه رقيقة متصلة غير متقطعة)
	الجرانيت (ناري)		النيس	متورق بلورات معادنه في صفوف متوازية متقطعة
	الطفل (رسوبي)		الاردواز	متورق

* ينتج صخر الكوارتزيت من تحول الكوارتز في الصخور الرملية.

* ينتج صخر الرخام من تعرض الحجر الجيري لحرارة شديدة حيث تتلاحم بلورات الكالسيت

وتتداخل مما يزيد من صلابة الرخام وقوة تماسكه (علل).

وكثير من أنواع الرخام ذات ألوان وتعرف متغير بسبب أنواع من الشوائب مما يجعله يستخدم

كواحد من أحجار الزينة (علل).

* يدخل صخر الاردواز في أعمال البناء.

* صخور الشيست أنواع وأهمها الشيست الميكائي.